

CLIPPEDIMAGE= JP403014223A

PAT-NO: JP403014223A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03014223 A

TITLE: ECR PLASMA CVD DEVICE

PUBN-DATE: January 22, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIMIZU, AKIO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

FUJI ELECTRIC CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP01149805

APPL-DATE: June 13, 1989

INT-CL (IPC): H01L021/205;H01L021/31

US-CL-CURRENT: 118/726,216/70

ABSTRACT:

PURPOSE: To contrive to make uniform always the density distribution of reactive gas on the side of the front surface of a substrate within the practical range of a flow rate regardless of the flowrate while the form of a plasma transferring path formed in such a way that a plasma distribution becomes uniform on the surface of the substrate is held by a method wherein the introduction of the reactive gas into the plasma transferring path is performed through a specified gas ring.

CONSTITUTION: In an ECR plasma CVD device, which is provided with a microwave generating means, a microwave transmitting means (a waveguide) 11, a vacuum

container 13, main solenoids 14, auxiliary solenoids 18 for generating a line of magnetic force which controls a plasma transferring path so as to uniform the density of plasma at the position of a substrate and an exhaust means, the introduction of reactive gas into the plasma transferring path is performed by a method wherein the reactive gas is fed in a gas ring 6, which is arranged coaxially with a substrate 20 at the intermediate position between the means 11 and the substrate 20, has at least 6 pieces of gas exhaust vents 5 formed in the same aperture at equal intervals in its circumferential direction, is used as a continuous circular ring or a divided circular ring of an inner diameter larger than the diameter of the substrate 20 and consists of a hollow member of the sectional area of 5cm^2 or wider of a flow path, from the outside of the container 13 through an introducing pipeline 3.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

平3-14223

⑬ Int.Cl.⁵H 01 L 21/205
21/31

識別記号

C

庁内整理番号

7739-5F
6940-5F

⑭ 公開 平成3年(1991)1月22日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 ECRプラズマCVD装置

⑯ 特 願 平1-149805

⑰ 出 願 平1(1989)6月13日

⑱ 発 明 者 清 水 明 夫 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

⑲ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 山 口 巖

明 細 書

1. 発明の名称 ECRプラズマCVD装置

2. 特許請求の範囲

1) マイクロ波発生手段と、このマイクロ波を伝達する手段と、このマイクロ波伝達手段と結合されてマイクロ波が導入されかつガス供給手段を介して送入されたプラズマ原料ガスを該マイクロ波との共鳴効果によりプラズマ化する磁力線を発生する主ソレノイドにより同軸に包囲されるとともに該主ソレノイドが発生した磁力線の低磁束密度方向へ磁力線に沿って移送されるプラズマにより該移送路に導入された反応性ガスが活性化されて表面に薄膜が形成される基板が配される真空容器と、この真空容器と同軸に配され前記移送路を構成する主ソレノイドの磁力線に作用して基板位置でプラズマ密度が均一となるように移送路を制御する磁力線を発生する補助ソレノイドと、前記真空容器の排気を行う排気手段と、を備えたECRプラズマCVD装置において、前記移送路への反応性ガスの導入が、前記マイクロ波伝達手段と基

板との中間位置に基板と同軸に配され周方向に少なくとも6個等間隔に同一口径のガス放出口が形成された、内径が基板直径よりも大きい連続円環もしくは分割円環として形成され流路断面積が5 cm^2 以上の中空部材からなるガスリングに真空容器外部から導入管路を介して反応性ガスが送入されることにより行われることを特徴とするECRプラズマCVD装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、LSI(大規模集積回路)製造装置に代表される半導体製造装置のなかで特に低温成膜を必要とする超LSI半導体素子基板への成膜のため、真空容器内に導入されたAr, O₂, N₂などのプラズマ原料ガスをマイクロ波と磁力線との電子サイクロトロン共鳴効果によってプラズマ化するとともに、このプラズマが前記磁力線の低磁束密度方向へ磁力線に沿って移送される移送路に、基板表面に生成される薄膜の原料となる反応性ガスが導入される構成のECRプラズマCVD

装置であって、前記プラズマの移送路を構成する磁力線に作用して基板位置でプラズマ密度が均一となるように移送路を制御する磁力線を発生する補助ソレノイドを備えた装置に関する。

〔従来の技術〕

従来より用いられているこの種 E C R プラズマ C V D 装置の構成例を第 7 図に示す。図示されないマイクロ波発生手段により発生された、周波数が 2.45 GHz のマイクロ波がマイクロ波の伝達手段である導波管 11 の内側を通り、誘電体板からなるマイクロ波窓 12 を介して真空中に保たれたプラズマチャンバ 13a 内に導入され、この導入されたマイクロ波と、プラズマチャンバ 13a を同軸に包囲する主ソレノイド 14 が発生する磁力線との電子サイクロトロン共鳴効果により、ガス供給手段 17 を介して送入された Ar, O₂, N₂ などのプラズマ原料ガスが高効率でプラズマ化され、プラズマチャンバ 13a 内に低真空度で高密度のプラズマが生成される。このプラズマは、主ソレノイドが発生する磁力線の低磁束密度方向へ磁力線に沿った開口 13c

(3)

線 25a はこの合成された磁力線の、開口 13c の内周線から基板 20 の外周線に至る形状を示し、破線 25b は補助ソレノイド 18 が設けられていない場合の磁力線の形状を示す。なお、第 7 図において、符号 15 は、成膜中に処理室 13b の内壁面に膜が付着するのを防止するための円筒状の防着板を示す。

〔発明が解決しようとする課題〕

このような構成の従来の E C R プラズマ C V D 装置における問題点は次の通りである。すなわち、基板 20 の表面に生成される薄膜の膜厚分布はプラズマの移送路を形成する磁力線の形状のほか、基板前面側の反応性ガスの密度分布の影響を受け、この密度分布を一様にするため、従来の E C R プラズマ C V D 装置においては、ガスリング 22a に形成されるガス放出口 9 (第 8 図) の口径が導入管路 22b との接合点近傍で小さく、遠方端側で大きくなるように、例えば 0.5 mm から 5 mm の範囲で変化させていた。しかし、製造上の技術的問題により、これらのガス放出口を形成する際の不可避な加工誤差を口径の大小にかかわらず同一割合で

(5)

を通過して薄膜が形成される基板 20 へ向かう。一方、基板 20 が配される処理室 13b 内には、周方向に間隔をおいて複数のガス放出口が形成された、断面円形の中空部材からなる円環状のガスリング 22a が配され、このガスリング 22a 内へ処理室 13b の外部から導入管路 22b を介して SiH₄ 等の反応性ガスが送入される。このガスリング 22a は、例えば第 8 図に示されるように、周方向に等間隔に 8 個のガス放出口を形成され、この 8 個のガス放出口から反応性ガスが開口 13c から基板 20 へ向かうプラズマの移送路へ放出されてプラズマにより活性化され、基板の加熱を必要とせず良質の薄膜が高速度に基板表面に生成される。しかし、この薄膜は、基板の直径が大きくなると膜厚分布の均一性が悪くなるため、処理室 13b の底面近傍に補助ソレノイド 18 を基板と同軸に配し、この補助ソレノイド 18 が発生する磁力線を主ソレノイド 14 の磁力線に重畳させ、合成された磁力線に沿ってプラズマが移送されるようにして基板面のプラズマ密度が均一になるようにしている。第 7 図において破

(4)

生ぜしめることは困難であり、均一なガス流が容易に得られないという問題があった。また、このように口径の異なるガス放出口を備えたガスリングにおいて実質的に均一なガス放出が得られるのは、ガスリング内へ送入される反応性ガス流量のある狭い範囲に限られ、任意の流量で均一なガス放出を得ることは不可能であった。

この発明の目的は、基板面でプラズマ分布が一様となるように形成されているプラズマ移送路の形状を保持しつつ、基板前面側の反応性ガスの密度分布が流量の実用範囲内で流量に関係なく常に一様となるガス供給手段の構成を提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

上記課題を解決するために、前記ガス供給手段の構成を、マイクロ波伝達手段と基板との中間位置に基板と同軸に配され周方向に少なくとも 6 個等間隔に同一口径のガス放出口が形成された、内径が基板直径よりも大きい連続円環もしくは分割円環として形成され流路断面積が 5 cm² 以上の中空

(6)

部材からなるガスリングに真空容器外部から導入管路を介して反応性ガスが送入される構成とするものとする。

〔作用〕

このように、ガスリングを内径が基板直径より大きい連続円環状もしくは分割円環状に形成すれば、プラズマチャンバ下方の開口（第7図、13c）の内周縁から基板（20）の外周縁に至るプラズマ移送路の形状は、ガスリングの軸方向位置のいかんにかかわらず不変に保持され、基板に到達するプラズマの基板位置での密度分布の一様性が確保される。また、本発明が特に対象とする、直径が6インチないし8インチの大口径基板への成膜時に使用される実用範囲内のガス流量に対し、以下の実施例の項で説明するように、ガスリングの周方向流路の断面積が5 cm^2 以上であれば、ガスリングのガス流入口から最遠方のガス放出口に到る流れの圧力降下が数%程度以下の小さい値となり、ガス放出口を同一口径としてこれを周方向等間隔に6個以上形成することにより、任意の流量で基板

(7)

差に惹づく流れのコンダクタンス精度数%より十分小さい。実験の結果、膜厚分布 $\pm 5\%$ 以下の目標値が余裕をもって達成されたことを確認した。

第2図に本発明によるガス供給手段の第2の実施例を示す。この実施例ではガスリング6の流路断面積を5 cm^2 としており、流路断面積が第1の実施例の半分となるため、反応性ガスの流量を同一とすれば最大圧力差が大きくなる。このため、ガスリングのガス流入口を対称に2箇所とし、等流量の反応性ガスを2系統から導入して第1図の場合と同様の効果を得ることを可能にしている。

第3図に本発明によるガス供給手段の第3の実施例を示す。この実施例は直径が8インチの基板を対象としたもので、ガスリング6の内径を200 mm として基板の直径と実質的に等しくするとともにガス放出口をガスリングの内周面に形成し、放出ガスを基板前面側へ効率よくかつ均一に供給する構成としている。

第4図に本発明によるガス供給手段の第4の実施例を示す。この実施例ではガスリングの流路断

(9)

前面側に反応性ガスの一様な密度分布を得ることができる。

〔実施例〕

第1図に本発明によるガス供給手段の第1の実施例を示す。図において第7図と同一の部材には同一符号を付し、説明を省略する。この実施例では基板20の直径を6インチとし、ガスリング6は流路断面積が10 cm^2 の断面方形の中空部材からなる。平均直径が19 cm 、内径が15.5 cm の連続円環として形成され、この中空部材の下面側に周方向等間隔に口径が3 mm のガス放出口が8個形成されている。ガスリング6がこのような形成されたガス供給手段101を用い、真空容器13内の圧力を数 mTorr に保った実験の一例では、ガスリング内部の圧力が反応性ガス(SiH_4)の流量30 SCCM (SCCM は標準状態：0℃、1気圧に換算したガス流量[cm^3/min])のとき約100 mTorr となり、ガスリング内部の最大圧力差は約1 mTorr すなわち最大圧力降下は約1%であった。この値は従来のガスリングにおいて要求された、ガス放出口の加工誤

(8)

差を縦長の方形に形成し、隣り合ったガス放出口の間に仕切り板4を設け、導入管路3を介して導入された反応性ガスがガス放出口からの放出に先立ち、まず、隣り合った仕切り板の間の大きい空間に入り、このそれぞれの大きい空間からガスが放出されるようにして放出ガス量の周方向等分割の改善を図ったものである。

第5図に本発明によるガス供給手段の第5の実施例を示す。この実施例ではガス放出口は流れのコンダクタンスの等しい管状の放出口として形成され、放出口のみがプラズマにさらされる構成としている。すなわち、比較的容積の大きいガスリング6は、例えば第1図における防着板15の外側に配することにより、成膜時に汚染されることがなくなり、またガス放出口に付着するパーティクルは少量であるから、ガス供給手段の点検周期が長くなる。さらに、管状のガス放出口をガスリングに着脱可能としてガスリングを真空容器13（第1図）の外側に配する構成も可能である。この場合にも、管状放出口の先端部を連ねる円の直径は

(10)

本発明の趣旨から基板直径より大きくすることが望ましい。

第6図に本発明によるガス供給手段の第6の実施例を示す。この実施例ではガスリングは周方向長さが5対3の割合に2分割された、円環部分6a, 6bからなる分割円環として形成され、それぞれの円環部分6a, 6bに図示されない流量調整弁を介した導入管路1, 2が接続されている。ガス供給手段をこのように構成して流量調整弁を調整することにより、円環部分6aの1つのガス放出口と円環部分6bの1つのガス放出口とから放出されるガス量を異ならせることができ、例えば第1図の真空排気口16による基板前面側のガス密度分布の軸非対称性を補うことができる。

〔発明の効果〕

以上に述べたように、本発明によれば、基板前面側のプラズマ移送路へ反応性ガスを導入するガス供給手段の構成を、マイクロ波伝達手段と基板との中間位置に基板と同軸に配され周方向に少なくとも6個等間隔に同一口径のガス放出口が形成

(11)

能になる。

また、ガスリングの周方向流路の断面積を、使用される反応性ガス流量の実用範囲に即して5 α 以上として流路に沿う圧力降下を小さくすることにより、ガス放出口の口径をすべて同一とすることができたので、ガスリングを分割円環として形成し、分割されたそれぞれの円環部分における1つのガス放出口からのガス放出量を円環部分相互の間で任意に異ならせることが容易に可能になり、真空容器の排気口の位置に基づく基板前面側のガス密度分布の軸非対称性を容易に補正することができる。さらに、同様の理由により、ガス放出口を管状放出口として形成することも容易に可能となり、これにより、ガスリングを真空容器内の防層板の外側や、真空容器外部に配する構成も可能となり、点検周期が長くなるため、装置の連続運転可能時間が延長され、膜生成の生産性が向上する効果も合わせて得ることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図はプラズマ移送路に反応性ガスを導入す

(13)

された、内径が基板直径よりも大きい連続円環もしくは分割円環として形成され流路断面積が5 α 以上の中空部材からなるガスリングに真空容器外部から導入管路を介して反応性ガスが送入される構成としたので、プラズマチャンバ下方の開口(第1図, 13c)から基板(20)に至るプラズマ移送路の形状が、ガスリングの軸方向位置に関係なく不変に保持され、基板に到達するプラズマの基板位置での密度分布の一様性を確保することができる。さらに、ECRプラズマCVD装置において使用される反応性ガス流量の実用範囲内では、ガスリングの周方向流路の断面積が5 α 以上であれば、ガスリングのガス流入口の数にガス流量に応じて適宜に選ぶことにより、ガス流入口から最遠方のガス放出口に到る流れの圧力降下が数%程度以下の小さい値となり、従ってガス放出口をすべて同一口径としてこれを周方向等間隔に6個以上形成することにより、ガス放出口が4個の場合には半導体基板裏面の膜厚分布が $\pm 6 \sim 10\%$ であったものを $\pm 5\%$ 以内の膜厚分布とすることが可

(12)

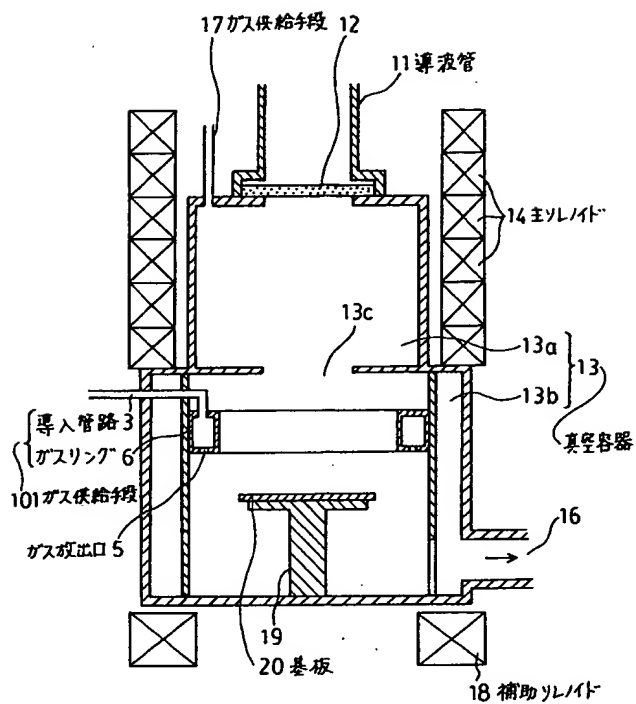
るガス供給手段の構成に対する本発明の第1の実施例を示すECRプラズマCVD装置の縦断面図、第2図ないし第6図は同じくガス供給手段の構成に対する本発明のそれぞれ第2ないし第6の実施例を示す説明図、第7図は従来のECRプラズマCVD装置の構成例を示す縦断面図、第8図は第7図に示すECRプラズマCVD装置のガス供給手段における複数のガス放出口の口径の相異を示す説明図である。

1, 2, 3, 22b … 導入管路、5, 7, 9 … ガス放出口、6, 22a … ガスリング、13 … 真空容器、13a … プラズマチャンバ、13b … 処理室、14 … 主ソレノイド、17 … ガス供給手段、18 … 補助ソレノイド、20 … 基板、22, 101, 102, 103, 104, 105, 106 … ガス供給手段。

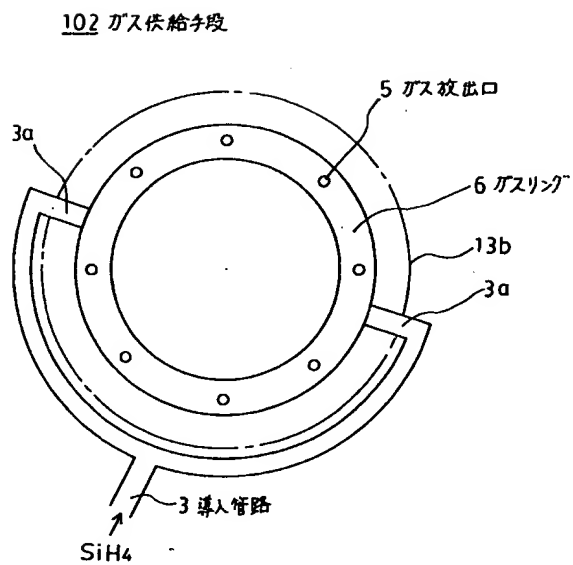
代理人弁理士 山口 巖



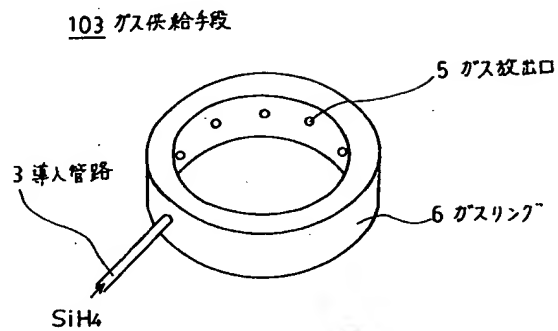
(14)



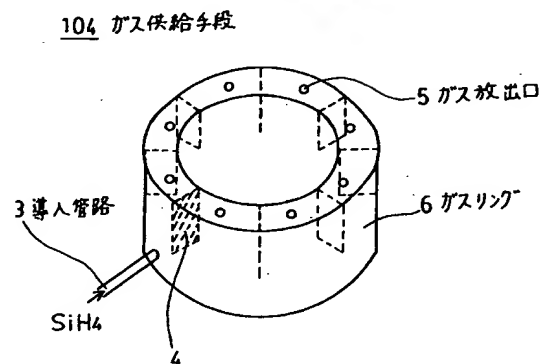
第 1 圖



第 2 図

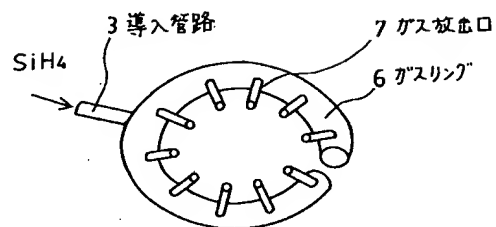


第 3 図



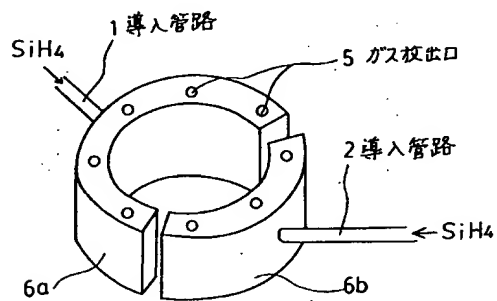
第 4 図

105 ガス供給手段

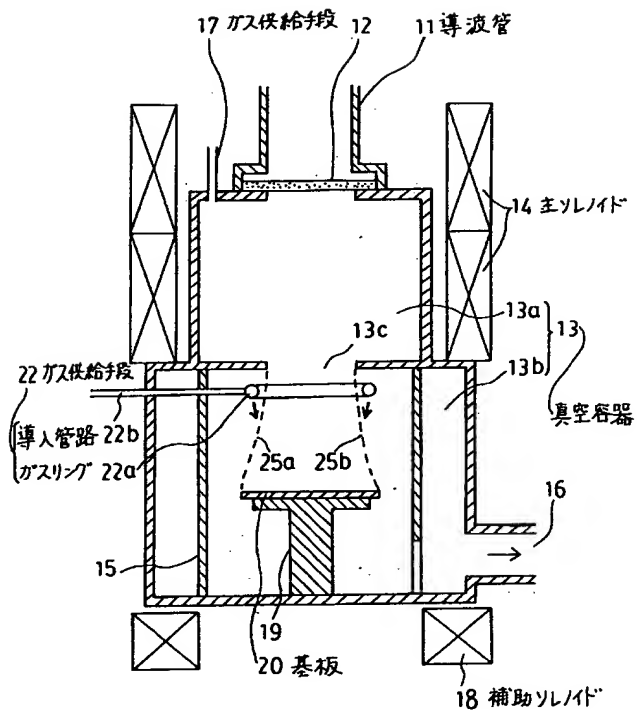


第 5 図

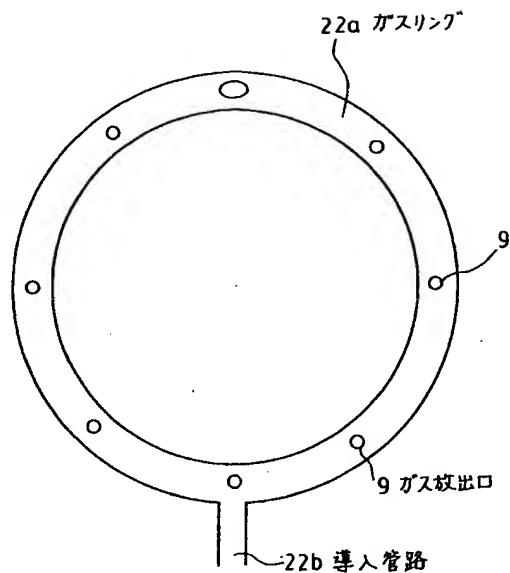
106 収入供給手段



第 6 図



第 7 図



第 8 圖